Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 2, June. July. 2020, p. 287- 299

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 2، خرداد-تیر 1399 ص. 299-287

تاثیر عصاره زنجبیل، اسید سیتریک و اولتراسوند بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی گوشت شتر

فروزان جعفری[1]- نفیسه زمین‌دار[2]*- محمد گلی[3]- زهرا قربانی[1]

تاریخ دریافت: 1398/03/23
تاریخ پذیرش: 1398/05/28

چکیده

گوشت شتر ارزش تغذیه‌ای بالا و طعم مشابه با سایر منابع گوشت قرمز دارد. در این پژوهش به‌منظور بهبود ویژگی‌های بافتی تاثیر افزودن محلول‌های ماریناد (5 سطح)، زمان (2 سطح) و فرایند اولتراسیون (2 سطح) بر روی گوشت شتر بر پایه طرح کاملا تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. قطعات گوشت به دو گروه تقسیم شد و یک گروه تحت فرایند اولتراسیون قرار گرفت. پنج گروه محلول ماریناد (عصاره زنجبیل 30%، عصاره زنجبیل 30%+ 0/5%، 1% و 1/5% اسیدسیتریک و آب مقطر (شاهد)) تهیه شد. قطعات گوشت در داخل محلول‌ها در دمای $4 \pm 1^{\circ}C$ داخل کیسه‌های پلی اتیلنی خوابانده شد. پس از طی 24 و 48 ساعت خصوصیات فیزیکوشیمیایی، شاخص‌های رنگ (a^*، b^* و L^*)، بافت و ساختار میکروسکوپی نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌های ماریناد شده در عصاره زنجبیل 30% و 1/5% اسیدسیتریک، کمترین میزان pH (بعد از ماریناد و بعد از پخت) و بیشترین میزان افت پخت را نسبت به نمونه شاهد داشتند ($P<0/05$). برای نمونه‌های گوشت ماریناد شده در عصاره زنجبیل 30%، بالاترین میزان شاخص a^*، b^* و L^* نسبت به نمونه شاهد گزارش شد ($P<0/05$). زمان و اولتراسیون در بهبود ویژگی‌های بافتی تاثیرگذار بودند. تصاویر میکروسکوپ الکترونی ایجاد تغییرات در ساختار داخلی پروتئین‌های گوشت و افزایش فضای خالی بین میوفیبریل‌ها پس از 48 ساعت را نشان داد. استفاده همزمان از عصاره زنجبیل، اسیدسیتریک و اولتراسوند گزینه مناسب‌تری جهت افزایش تردی گوشت نسبت به نمونه شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: گوشت شتر، اولتراسیون، ماریناد، اسیدسیتریک

مقدمه

گوشت از جمله مهم‌ترین منابع تامین‌کننده پروتئین و انرژی می‌باشد و در زمره کامل‌ترین مواد غذایی دسته‌بندی می‌شود (Sadeghi *et al*., 2012). شتر گوشت نسبتا سفتی دارد و همین دلیلی در جهت بی‌توجهی به آن، علیرغم ارزش غذایی بالا آن شده است. از این رو، به‌کارگیری روش‌های مناسب جهت ترد کردن گوشت حائز اهمیت است (Haghi & Carvajal-millan., 2014). امروزه علاوه بر روش‌های طبیعی از دیگر روش‌های مصنوعی از جمله روش‌های مکانیکی، شیمیایی و آنزیمی به‌منظور ترد کردن استفاده می‌شود که استفاده از روش‌های نام برده صرفه‌جویی در زمان و هزینه را به دنبال خواهد داشت.

محققین از سال 1991 اثر آنزیم‌های گیاهی متفاوتی را برای انواع گوشت مورد بررسی قرار دادند و مشخص کردند که میوه‌هایی همچون آناناس، انجیر، کیوی، زنجبیل سبب افزایش تردی گوشت گاو و بهبود عطر و طعم محصول می‌شوند (Garg & Mendiratta., 2006). یکی از مهم‌ترین منابع آنزیمی گیاهی که به‌طور موثر به‌منظور ترد کردن گوشت استفاده می‌شود، پروتئاز زنجبیل به نام *زنجیبین* است (Kim *et al*., 2007). Thampson و همکاران (1973) به فعالیت پروتئولیتیکی بالاتر عصاره زنجبیل نسبت به پاپایین و فیسین انجیر اشاره کردند و دلیل آن را اثر بیشتر بر کلاژن در مقایسه با اکتومیوزین بیان نمودند. استفاده از ترکیبات شیمیایی مثل اسیدهای آلی ضعیف (اسید سیتریک و اسید لاکتیک) و فسفات‌ها یکی دیگر از روش‌های ترد کردن مصنوعی گوشت می‌باشد (Haghi & Carvajal-millan., 2014). در پژوهشی اثر ماریناد اسیداستیک (صفر، 0/5، 1 و 1/5 درصد) و کلرید سدیم (2 درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفی عضله ران شتر یک کوهانه ایرانی طی زمان‌های غوطه وری بررسی شد و مشاهده گردید که غلظت و زمان نگهداری در اسیداستیک بر جذب ماریناد، رطوبت، افت پخت، a^* و L^* اثر معنی‌داری داشت (Irajifar *et al*., 2018). عملکرد اسیدسیتریک به نسبت موثرتر از سایر اسیدهای آلی در ترد کردن گوشت است (Kim *et al*., 1995). طی پژوهشی که توسط Aktas و همکاران (2003) بر نیروی برشی گوشت گاو به‌منظور تعیین اثر استفاده از غلظت‌های متفاوت اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک

1، 2 و 3- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) اصفهان، ایران.

(*-نویسنده مسئول: Email: n.zamindar@khuisf.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v16i2.81294

صورت گرفت، مشخص گردید که مقدار نیروی برشی در نمونه‌های شاهد بیشتر از نمونه‌های تیمار شده بود.

فراصوت فناوری نوینی است که در تجزیه و اصلاح مواد غذایی کاربرد دارد. مزیت استفاده از فراصوت این است که فرآیند در دمای محدود انجام می‌شود (Aktas *et al*., 2003). طی مطالعات Patist و همکاران (2008) استفاده از فرکانس 24 کیلوهرتزی و توان 12 وات در زمان 15 ثانیه موجب کاهش نیروی برشی شد اما در افت پخت تغییری ایجاد نکرد. Barekat و Soltanizadeh (2016) به بررسی اثرات استفاده از فراصوت و پاپائین به‌عنوان آنزیم برون‌سلولی به‌صورت همزمان و مجزا بر تردی و خصوصیات ریزساختاری عضله لانگیسموس دورسی گوشت گوساله پرداختند. نتایج آنها نشان داد که استفاده مجزا و ترکیبی از فراصوت و آنزیم، فعالیت آنزیمی گوشت را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و غوطه‌ورسازی گوشت در محلول آنزیمی به همراه اعمال فراصوت باعث افزایش بیشتر تردی گوشت شد. در اکثر مقاله‌ها اثر مطلوب فراصوت بر روی بافت مشاهده شد و می‌توان نتیجه گرفت که فراصوت اثر معنی‌داری روی بافت گوشت دارد. با توجه به مطالب گفته شده هدف از این پژوهش، ارزیابی تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدسیتریک، عصاره زنجبیل و اولتراسوند بر تردی بافت گوشت شتر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

گوشت شتر

ران شتر نر 4 ساله با نژاد تک کوهانه (بلوچی، تیپ گوشتی، قهوه‌ای) از کشتارگاه نجف آباد تهیه و در اسرع وقت بعد از ذبح دام در کیسه‌های پلی‌اتیلنی گذاشته شد. نمونه‌های تهیه شده در شرایط سرد سریعاً به آزمایشگاه منتقل و در دمای 1±4 درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. بعد از 24ساعت گوشت به اندازه 3×3×3 سانتی‌متر بریده و به‌طور تصادفی به 20 گروه جهت افزودن محلول‌های ماریناد برای دو زمان 24 و 48 ساعت تقسیم شد (Abdeldaiem *et al*., 2013).

فرایند اولتراسوند

نیمی از قطعات گوشت بدون اعمال فرایند اولتراسوند آماده قرارگیری در محلول‌های ماریناد شده و نیمی دیگر از قطعات گوشت جهت اعمال فرایند اولتراسوند توسط دستگاه اولتراسوند (Topsonic، ایران) تحت فرکانس 20 کیلوهرتز و شدت جریان 25 کیلوولت و توان 400 وات قرار گرفته و سپس در محلول‌های ماریناد قرار گرفت.

عصاره زنجبیل 30%

ریزوم تازه زنجبیل، شسته و پوست‌گیری و برش زده شد. سپس به مقدار مساوی با آب مقطر 4 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 2- 1 دقیقه مخلوط شد. مخلوط حاصل با قیف بوخنر (FS5CH، ایران) صاف شد و به‌عنوان عصاره زنجبیل جمع‌آوری گردید. سپس 30 میلی‌لیتر از مایع صاف شده با آب مقطر به حجم 100 میلی‌لیتر رسانده و به‌عنوان عصاره 30%از آن استفاده شد (He *et al*., 2015).

محلول‌های ماریناد

نسبت گوشت به محلول ماریناد (وزنی/ حجمی 1:3) انتخاب شد (Garg V, Mendiratta., 2006). محلول‌های ماریناد استفاده شده در این پژوهش عبارتند از:

1- محلول عصاره زنجبیل 30%= GE 30%

2- محلول حاوی عصاره 30% و 0/5% اسیدسیتریک (Merck، آلمان)= AC 0/5%+ GE 30%

3- محلول حاوی عصاره 30% و 1% اسیدسیتریک= AC 1%+GE 30%

4- محلول حاوی عصاره 30% و 1/5% اسیدسیتریک= AC 1/5%+GE 30%

5- آب مقطر (نمونه شاهد)

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

قطعات گوشت برش داده شده به 2 گروه جهت اعمال فرایند اولتراسوند و بدون اعمال اولتراسوند طبقه‌بندی شد و سپس همه قطعات در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرار گرفت. محلول‌های ماریناد به نسبت ذکر شده به نمونه‌های گوشت هر گروه افزوده شد و در دمای 1±4 درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. بعد از گذشت 24 و 48ساعت، نمونه‌ها برای بررسی و انجام آزمون‌ها، از محلول‌های ماریناد خارج شدند (Abdeldaiem *et al*., 2013 ؛ He *et al*., 2015).

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

pH

10 گرم نمونه گوشت بدون اعمال و با اعمال فراصوت بعد از ماریناد کردن و همچنین بعد از پخت گوشت با 50 میلی‌لیتر آب مقطر خنک به‌مدت یک دقیقه همگن شد و سپس pH نمونه‌ها توسط pHمتر (Metrohm، سوئیس) قرائت گردید (Naveena *et al*., 2004).

درصد جذب محلول ماریناد

در پایان زمان ماریناد کردن مقدار اضافی محلول ماریناد با استفاده از کاغذ صافی به آرامی از سطح نمونه‌ها حذف شد. درصد جذب ماریناد مطابق رابطه 1 محاسبه شد (Garg V, Mendiratta., 2006؛ Hosseini *et al*., 2012 ؛ Serdaroglu *et al*., 2006).

$$\text{جذب ماریناد \%} = \left[\frac{\text{وزن نمونه بعد از ماریناد کردن} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}}\right] \times 100 \qquad (1)$$

رنگ

ارزیابی رنگ بر روی نمونه‌های گوشت ماریناد شده با اعمال و بدون اولتراسوند، با استفاده از دستگاه محفظه نوری (RGB-1002، تایوان) انجام گرفت و شاخص‌های رنگ بر حسب مقادیر a^*، b^* و گزارش شد (Barbut, 2004).

نیروی برش

بعد از 24 و 48ساعت ماریناد کردن نمونه‌ها، قطعات گوشت از محلول‌های ماریناد خارج و با آب مقطر شسته و در آون (Behdad-3493، ایران) در دمای 180 سانتی‌گراد به مدت 20 دقیقه پخته شد. بعد از خنک شدن نمونه‌های پخته شده به‌مدت یک شبانه روز در دمای 1±4 درجه سانتی‌گراد، استوانه‌هایی به قطر 1/27 سانتی‌متر از نمونه‌ها موازی محور فیبر عضلانی تهیه گردید و سپس توسط تیغه وارنر براتزلر دستگاه بافت‌سنج (Santam-STM20، ایران) با ظرفیت بارگذاری 50 کیلوگرم و سرعت حرکت پروپ 200 میلی‌متر بر دقیقه برش داده شد. حداکثر نیروی مورد نیاز برای برش محصول با توجه به منحنی نیرو- جابه‌جایی بر حسب نیوتن گزارش شد (Karimi *et al.*, 2008؛ Hosseini *et al.*, 2012).

درصد افت پخت

پس از انجام عمل پخت، درصد افت پخت مطابق رابطه 2 محاسبه گردید (He *et al.*, 2015؛ Kim *et al.*, 1995؛ Karimi *et al.*, 2008؛ Hosseini *et al.*, 2012).

$$\text{افت پخت \%} = \left[\frac{\text{وزن بعد از پخت} - \text{وزن قبل از پخت}}{\text{وزن قبل از پخت}}\right] \times 100 \qquad (2)$$

ساختار درون ماهیچه‌ای بافت پیوندی

نمونه‌های با اعمال و بدون اعمال اولتراسیون پس از 24 و 48ساعت ماریناد شدن، در دستگاه فریزدرایر (Dena-5005، ایران) به‌مدت 24 ساعت خشک گردیدند و سپس تغییرات در ساختار فیبرهای کلاژن و پروتئین‌های ماهیچه توسط تصاویر میکروسکوپ الکترونی (Philips CM300FEG/UT، هلند) با بزرگنمایی ×100 مورد بررسی قرار گرفت (Naveena *et al*, 2004).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این پژوهش اثر 5 محلول ماریناد (شاهد (آب مقطر)، عصاره زنجبیل 30%، عصاره زنجبیل 30% و 0/5% اسیدسیتریک، عصاره زنجبیل 30% و 1% اسیدسیتریک و عصاره زنجبیل 30% و 1/5% اسیدسیتریک) در دو زمان (24 و 48 ساعت) و 2 فرایند (بدون اعمال اولتراسوند و اعمال 3 دقیقه اولتراسوند) بر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی گوشت شتر به‌وسیله طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل با 3 تکرار مورد بررسی قرار گرفت. برای آزمون آماری از نرم‌افزار SAS برای مقایسات میانگین از آزمون LSD در سطح احتمال 5% استفاده شد. رسم نمودارها با Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

pH بعد از ماریناد و بعد از پخت

بر اساس نتایج به‌دست آمده از جدول 1، pH بعد از ماریناد گوشت بین تمامی نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری داشت (P<0/05) و تمامی نمونه‌ها pH کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند. در بین نمونه‌ها، pH گوشت ماریناد شده و pH گوشت بعد از پخت در محلول زنجبیل به علت بالاتر بودن pH ذاتی عصاره زنجبیل (6/64)، بالاتر از سایر نمونه‌های ماریناد شده مشاهده شد (P<0/05) که مطابق با نتایج کار Garg و Mendiratta (2006) بود. با افزودن غلظت اسید سیتریک، pH نمونه‌های گوشت ماریناد شده و گوشت پخته شده کاهش معنی‌داری پیدا کرد (P<0/05). بیشترین کاهش pH بعد از ماریناد و بعد از پخت در نمونه‌های ماریناد شده با عصاره زنجبیل 30 درصد و 1/5 درصد اسید سیتریک مشاهده شد (P<0/05) که مطابق با نتایج Serdaroglu و همکاران (2006) بود، زیرا ماریناد اسیدی سبب کاهش pH به زیر نقطه ایزوالکتریک پروتئین‌ها شده و از طرفی افزایش بارهای مثبت سبب ایجاد نیروی دافعه و تضعیف ساختار پروتئین می‌گردد و نفوذ محلول ماریناد به درون ساختار ماهیچه متورم شده بر میزان آبدار بودن و تردی نمونه افزوده کرد.

نتایج حاکی از آن بودند که پخت نمونه‌ها سبب افزایش pH شد (جدول 1)، چرا که پختن سبب انعقاد و افزایش دناتوره شدن پروتئین‌های ماهیچه و در نتیجه کاهش گروه‌های کربوکسیلیک در دسترس در پروتئین و آزاد شدن کلسیم و منیزیم از پروتئین‌ها گردید (Naveena *et al*., 2004؛ Abdeldaiem *et al*., 2013).

افزایش معنی‌دار pH نمونه‌های ماریناد شده (P<0/05) پس از گذشت 48 ساعت (جدول 2) به دلیل خروج آب از بافت گوشت بود که با یافته‌های Kim و همکاران (1995) مطابقت داشت. با اعمال فرایند اولتراسیون (جدول 3) بر قطعات گوشت، pH بعد از ماریناد پایین‌تری نسبت به نمونه‌ی بدون اعمال اولتراسیون مشاهده گردید (P<0/05)، چرا که اعمال اولتراسوند باعث گردید که کاتاپسین کاهش پیدا کند. کاتاپسین آنزیمی موجود در گوشت و دارای فعالیت اسیدی است (Lyng *et al*., 1997). اما اعمال امواج اولتراسیون به صورت معنی‌داری سبب بالاتر بودن pH بعد از پخت نمونه نسبت به نمونه بدون اعمال اولتراسیون گزارش گردید (P<0/01)، که مطابق با نتایج

Jayasooriya و همکاران (2007) و Stadnik و همکاران (2008) بود.

اثر متقابل محلول- اولتراسیون (P<0/01) بر تغییرات pH گوشت شتر بعد از ماریناد معنی‌دار بود اما اثر متقابل محلول- زمان و محلول- اولتراسیون و محلول- اولتراسیون- زمان معنی‌دار بیان نشد.

اثر متقابل اولتراسیون- زمان و اولتراسیون- محلول- زمان (شکل 1-الف) بر تغییرات pH بعد از پخت گوشت ماریناد شده معنی‌دار (P<0/05) ولی اثر متقابل محلول- زمان و محلول- اولتراسیون بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

جدول 1- مقایسه میانگین اثر محلول بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی گوشت شتر

نوع محلول	pH بعد از ماریناد	pH بعد از پخت	جذب محلول ماریناد (%)	افت پخت (%)	L*	a*	b*	نیروی برش (N)
شاهد (آب مقطر)	5/33±0/11^{a}	5/77±0/2^{a}	4/67±2/03^{a}	56/93±2/91^{c}	30/02±2/1^{ab}	26/08±1/59^{a}	10/23±1/16^{d}	98/36±1/58^{a}
%30 GE	5/28±0/13^{a}	5/64±0/12^{b}	5/15±2/59^{a}	58/44±3/61^{bc}	31/21±2/97^{a}	31/4±3/34^{b}	18/8±1/26^{a}	95/27±3/11^{b}
%30GE+%0/5AC	5/09±0/2^{b}	5/55±0/18^{c}	4/94±2/18^{a}	61/87±5/43^{a}	29/62±2/94^{b}	23/37±2/45^{c}	18/03±1/02^{a}	82/9±7/34^{c}
%30 GE+ %1 AC	4/75±0/16^{c}	5/26±0/19^{d}	4/69±1/82^{a}	59/79±2/62^{b}	29/41±3/34^{b}	19/27±1/34^{d}	14/03±1/66^{b}	80/34±6/14^{d}
%30GE+%1/5AC	4/66±0/14^{d}	5/03±0/21^{e}	4/72±1/56^{a}	62/83±3/63^{a}	26/81±4/94^{c}	18/99±0/85^{d}	11/84±0/69^{c}	77/78±4/42^{e}

-اعداد، میانگین (سه تکرار) ± انحراف معیار هستند

-اعدادی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری از نظر صفات مورد بررسی از لحاظ آزمون LSD با یکدیگر دارند (P ≤0/05).

-GE : عصاره زنجبیل و AC : اسیدسیتریک

درصد جذب

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول 1 تفاوت معنی‌داری بین درصد جذب ماریناد در قطعات گوشت مشاهده نشد و با افزایش زمان ماریناد در 48 ساعت درصد جذب به‌طور معنی‌داری (P<0/05) افزایش یافت (جدول 2).

در بیان علت این افزایش می‌توان گفت گذشت زمان و انبساط ماتریکس پروتئینی سبب نفوذ محلول اسیدی گردید (Gault, 1985). اعمال فرایند اولتراسیون به علت ایجاد ریزشیار و افزایش شیارهای بین الیاف و تارهای (فیبرهای) ماهیچه در اثر کاویتاسیون، سبب افزایش معنی‌دار (P<0/05) درصد جذب ماریناد در نمونه‌ها شد (جدول 3). نتایج به‌دست آمده با تحقیقات Ozuna و همکاران (2013) مطابقت داشت. اثر متقابل محلول- اولتراسیون (P<0/01) بر تغییرات درصد جذب محلول‌های ماریناد معنی‌دار می‌باشد اما اثر متقابل محلول- زمان، اولتراسیون- زمان و محلول- اولتراسیون- زمان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

نیروی برش

نیروی برش مهم‌ترین شاخص معرف تردی گوشت است (Zhao *et al*, 2012). نتایج به‌دست آمده از جدول 1 نشان داد مقدار نیروی برش در 4 محلول نسبت به نمونه کنترل کاهش معنی‌داری (P<0/05) داشت. کاهش نیروی برشی در گوشت‌های ماریناد شده با عصاره زنجبیل، به دلیل پروتئولیز پروتئین‌های ماهیچه مثل پروتئین‌های میوفیبریلی توسط آنزیم زینجیبین موجود در زنجبیل بود (Thompson *et al*., 1973 ؛ Naveena *et al*., 2004). با افزایش غلظت اسید به‌کار رفته pH گوشت کاهش یافت و کاهش pH به دلیل ایجاد تغییراتی که در ساختار پروتئین‌های گوشت، موجب کاهش نیروی برشی به‌طور معنی‌داری (P<0/05) شد (Burke *et al*., 2003؛ He *et al*., 2015).

نتایج به‌دست آمده از جدول 2 نشان داد با افزایش زمان ماریناد کردن به 48 ساعت، میزان نیروی برش به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P<0/05) که این خود بیانگر این بود که افزایش بازه زمانی ماریناد باعث افزایش شدت تاثیر محلول‌های ماریناد و تغییرات ساختار پروتئین‌های گوشت گردید.

همچنین امواج اولتراسونیک سبب کاهش معنی‌دار (P<0/05) نیروی برشی در نمونه‌ها شدند (جدول 3) که مطابق با یافته‌های Jorgensen و همکاران در سال 2012 بود. امواج اولترا با فرایند کاویتاسیونی که ایجاد می‌کنند موجب تغییر ساختار آن و در نهایت افزایش تردی ماهیچه شد (Jayasooriya *et al*., 2004 ؛ Koohmaraie *et al*., 1996).

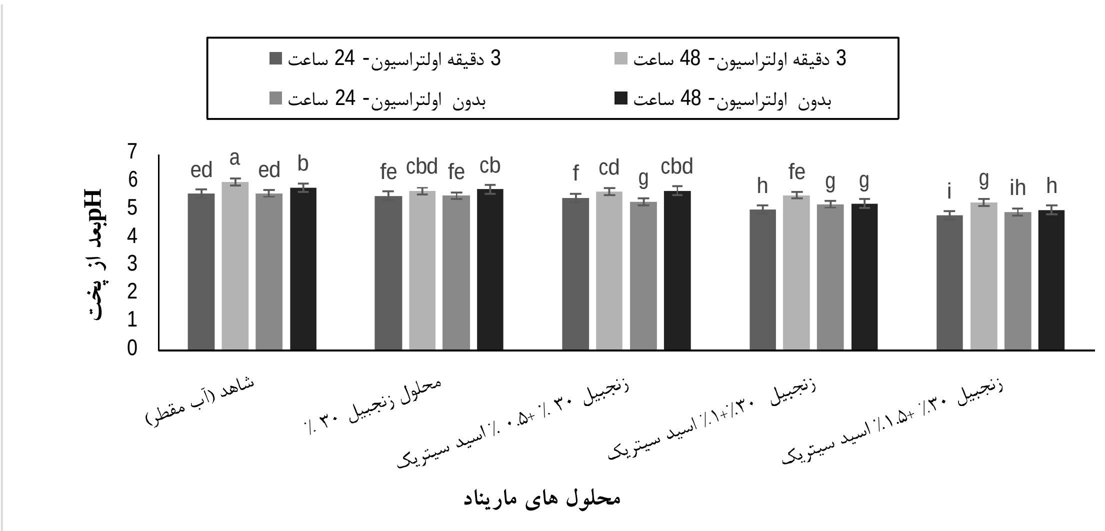
اثر متقابل محلول- زمان بر تغییرات نیروی برش معنی‌دار بود (P<0/05) اما اثر متقابل محلول- اولتراسیون، اولتراسیون- زمان و محلول- اولتراسیون- زمان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

جدول 2- مقایسه میانگین اثر زمان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی گوشت شتر

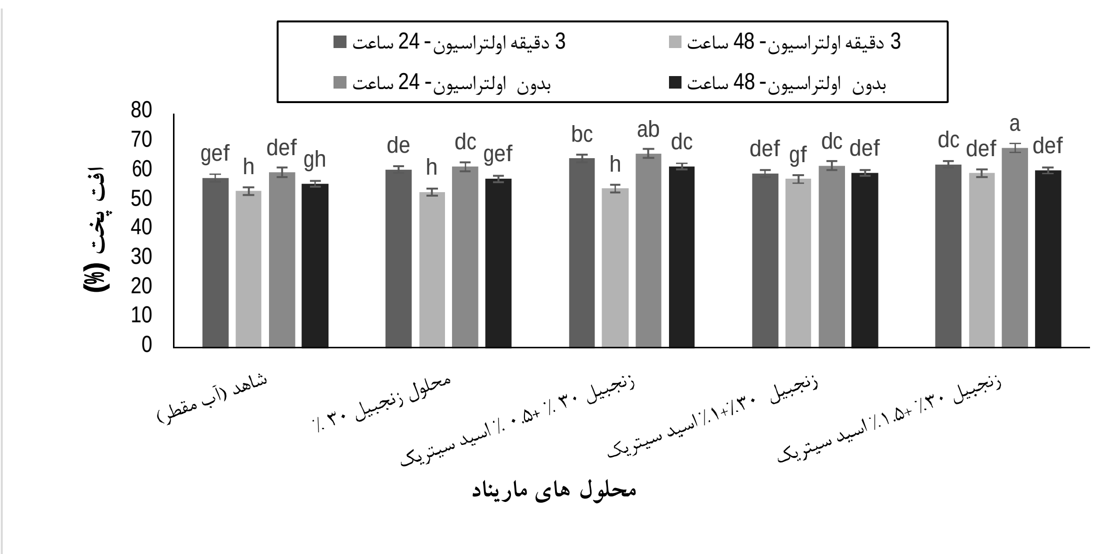
زمان (ساعت)	pH بعد از ماریناد	pH بعد از پخت	جذب محلول ماریناد (%)	افت پخت (%)	L*	a*	b*	نیروی برش (N)
24	4/94±0/27^{b}	5/31±0/28^{b}	3/12±0/7^{b}	62/48±3/52^{a}	31/89±1/78^{a}	23/25±4/98^{b}	14/22±3/39^{b}	90/96±7/14^{a}
48	5/11±0/33^{a}	5/59±0/31^{a}	6/54±1/28^{a}	57/46±3/36^{b}	26/94±3/21^{b}	24/4±5/21^{a}	14/95±3/79^{a}	82/9±10/21^{b}

- اعداد، میانگین (سه تکرار) ± انحراف معیار هستند

- اعدادی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری از نظر صفات مورد بررسی از لحاظ آزمون LSD با یکدیگر ندارند ($P \leq 0/05$).



الف)



ب)

شکل 1- اثر متقابل محلول- اولتراسیون- زمان بر (الف)تغییرات pH بعد از پخت و (ب) افت پخت گوشت ماریناد شده

*میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، اختلاف معنی‌دار در تغییرات pH بعد از پخت ($P<0/05$) و افت پخت ($P<0/01$) گوشت ماریناد شده ندارند.

افت پخت

قطعات گوشت ماریناد شده در عصاره‌های مختلف تفاوت معنی‌داری (P<0/05) در میزان درصد افت پخت نشان دادند (جدول 1)، به‌گونه‌ای که نمونه‌های ماریناد شده در عصاره زنجبیل و غلظت‌های مختلف اسید سیتریک افت پخت بالاتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشتند. علت بیشتر بودن میزان افت پخت در نمونه‌های ماریناد شده در عصاره زنجبیل 30 درصد با غلظت‌های مختلف اسید سیتریک نسبت به محلول شاهد این بود که زنجبیل باعث هیدرولیز بافت پیوندی شد و از طرفی با افزوده شدن اسید، هیدورلیز با سرعت بیشتری رخ داده و در نتیجه ظرفیت نگهداری آب کاهش و افت پخت بیشتری دیده شد. نتایج با یافته‌های Abdeldaiem و همکاران (2013) مطابقت داشت.

نمونه‌های گوشت بدون اعمال اولتراسیون نسبت به نمونه‌های گوشتی که فرایند اولتراسیون بر روی آنها اعمال شد به‌طور معنی‌داری (P<0/05) افت پخت بالاتری را نشان دادند (جدول 3). امواج اولترا با تغییر در ساختمان گوشت قدرت اتصال در گوشت را افزایش داده و سبب افزایش ویژگی‌های نگهداری آب در آن شد به همین دلیل افت پخت محصول کاهش یافت (Gambuteanu *et al*., 2013) که مطابق با نتایج به‌دست آمده در مورد درصد جذب ماریناد در این مطالعه بود.

در خصوص تاثیر مدت زمان ماریناد کردن بر میزان افت پخت مطابق با جدول 2، نمونه‌هایی که به مدت 48 ساعت ماریناد شده بودند نسبت به نمونه‌هایی که 24 ساعت در محلول ماریناد قرار گرفته بودند، میزان افت پخت کمتری را نشان دادند (P<0/05). به علت شکستگی‌های ایجاد شده در ساختار پروتئین‌های میوفیبریلی و بافت پیوندی، گذر زمان سبب نفوذ بیشتر محلول ماریناد در ساختار ماهیچه و افت پخت پایین‌تر در آن شد. اثر متقابل محلول- زمان و محلول-اولتراسیون-زمان (شکل 1- ب) بر تغییرات افت پخت گوشت معنی‌دار بوده است (P<0/05) ولی اثر متقابل محلول- اولتراسیون و اولتراسیون- زمان معنی‌دار بیان نشد.

جدول 3- مقایسه میانگین اثر اعمال اولتراسیون بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی گوشت شتر

اولتراسیون	pH بعد از ماریناد	pH بعد از پخت	جذب محلول ماریناد (%)	افت پخت (%)	L*	a*	b*	نیروی برش (N)
3 دقیقه اولتراسیون	4/95±0/33^{b}	5/47±0/33^{a}	5/2±2/03^{a}	58/43±4/13^{b}	28/3±3/98^{b}	22/65±3/87^{b}	14/44±3/23^{a}	85/91±9/9^{b}
بدون اولتراسیون	5/1±0/28^{a}	5/42±0/31^{b}	4/47±1/94^{b}	61/52±3/83^{a}	30/53±2/77^{a}	25/00±5/9^{a}	14/73±3/95^{a}	87/95±9/42^{a}

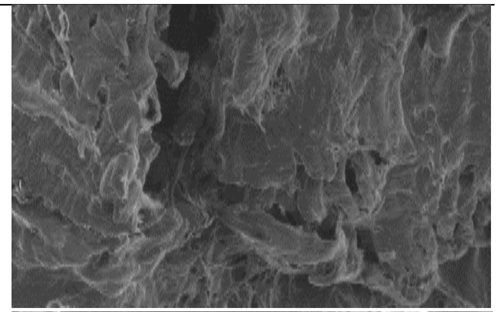
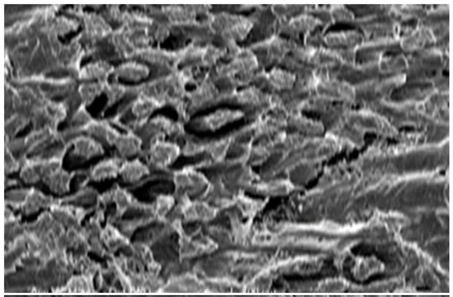
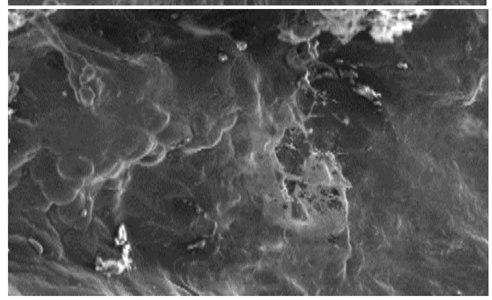
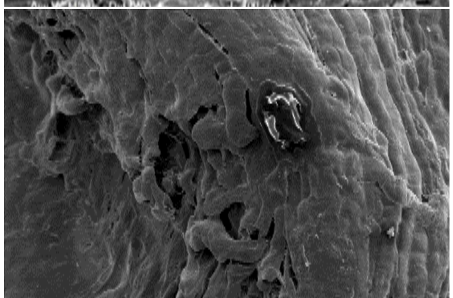
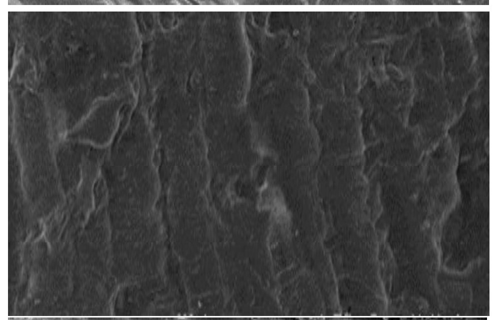
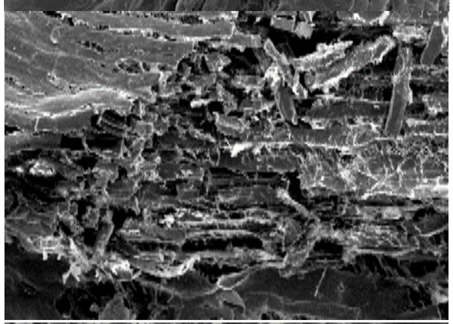
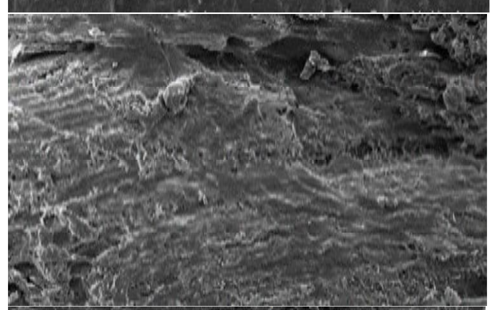
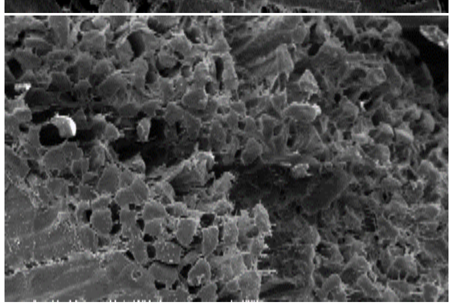
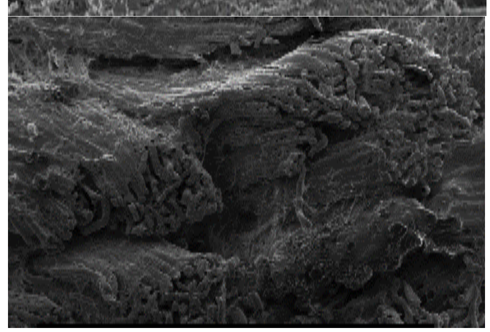
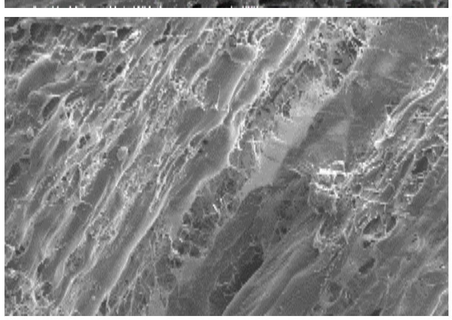
-اعداد، میانگین (سه تکرار) ± انحراف معیار هستند

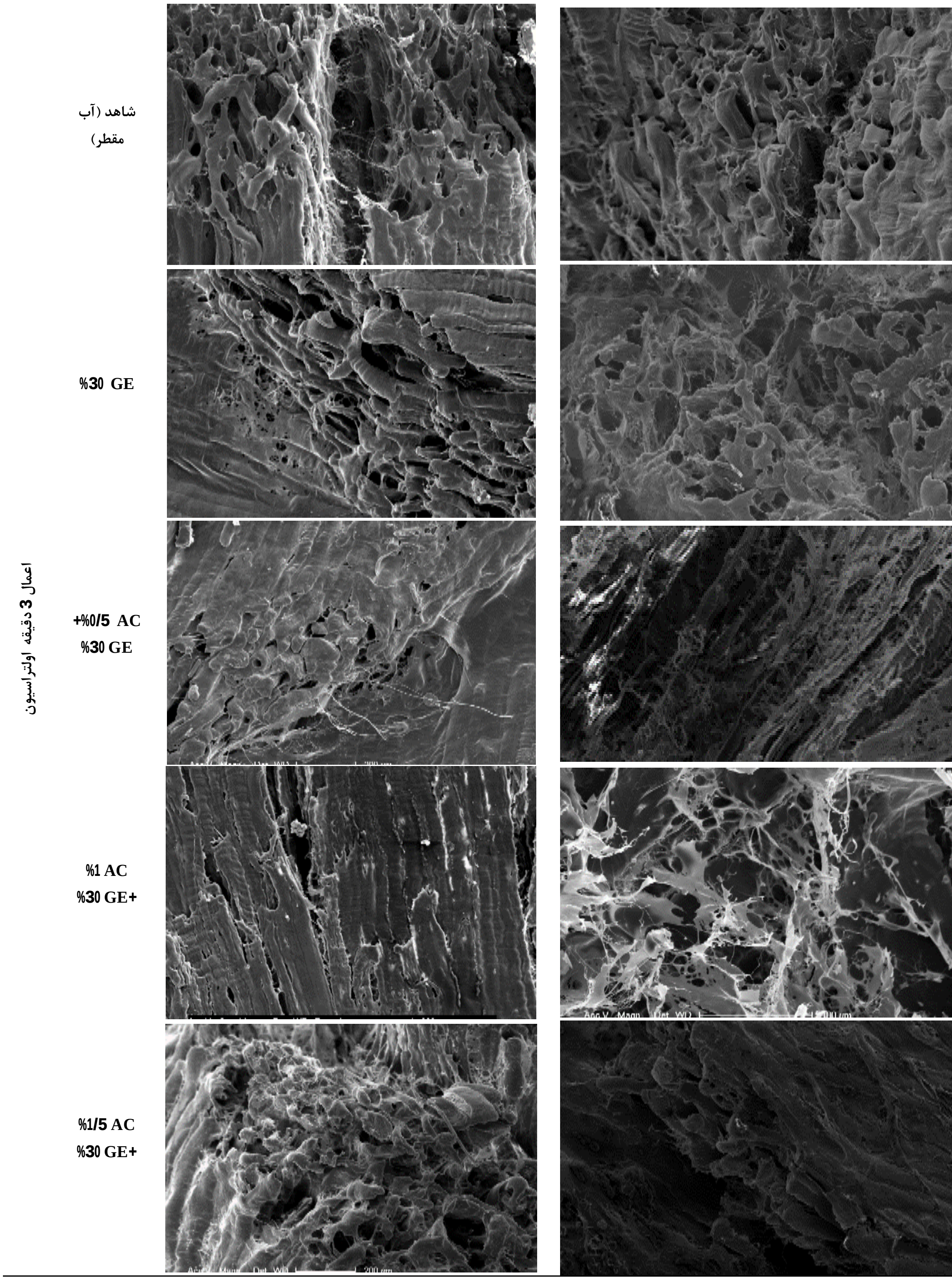
- اعدادی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری از نظر صفات مورد بررسی از لحاظ آزمون LSD با یکدیگر ندارند (P ≤0/05).

شاخص‌های رنگ

یکی از خصوصیات مهم گوشت رنگ آن است که اثر مهمی بر روی تصمیم‌گیری مصرف‌کننده به‌منظور خرید گوشت دارد زیرا معمولا با کیفیت محصولات در ارتباط است. شاخص L^* بیانگر رنگ سفید تا سیاه، a^* سبز تا قرمز و b^* آبی تا زرد است. نتایج حاصل از جدول 1 نشان داد که نمونه گوشت ماریناد شده در محلول زنجبیل 30 درصد بالاترین مقدار L^*، a^* و b^* را داشتند (P<0/05) و بر طبق گزارشات ارائه شده، پروتئین‌های گوشت در بالای نقطه ایزوالکتریک به دلیل افزایش بارهای منفی، ایجاد دافعه بین پروتئین‌ها و افزایش جذب مواد ماریناد، ظاهر روشن‌تر و قرمزی بیشتری را نشان دادند (Hinkle *et al*, 2009). بیشترین مقدار b^* در آنها نیز احتمالا به دلیل رنگ زرد زنجبیل بود. با افزوده شدن غلظت اسید سیتریک شاخص‌های L^*، a^* و b^* کاهش یافت به‌گونه‌ای که برای نمونه‌های ماریناد شده در عصاره زنجبیل 30% و 1/5% اسید سیتریک پایین‌ترین میزان L^* به دلیل دناتوره شدن پروتئین‌های سارکوپلاسمیک با کاهش pH به زیر نقطه ایزوالکتریک (Serdaroglu *et al*., 2006 ؛ Hosseini *et al*., 2015) و پایین‌ترین میزان a^* به علت تبدیل میوگلوبین به مت میوگلوبین (Lawrie *et al*, 2006) گزارش شد. بازه‌های زمانی ماریناد کردن از نظر میزان شاخص های L^* و a^* (P<0/05) و b^* (P<0/01)، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول 2) به‌گونه‌ای که با افزایش زمان ماریناد کردن از میزان روشنی نمونه‌ها کاسته شد و میزان شاخص‌های b^* و a^* افزایش یافت. چراکه افزایش بازه زمانی ماریناد کردن تغییرات بیان شده را شدت بخشیدند (Lawrie *et al*, 2006). در جدول 3 مشاهده شد که نمونه گوشت ماریناد شده با اعمال 3 دقیقه اولتراسیون نسبت به نمونه بدون اعمال اولتراسیون به‌طور معنی‌داری (P<0/05) شاخص‌های L^* و a^* پایین‌تری به دلیل تغییر شکل و تخریب سلول‌ها توسط امواج اولتراسوند داشتند (Ghorbani *et al*, 2013).

اثر متقابل محلول- اولتراسیون بر تغییرات شاخص a^* معنی‌دار بود (P<0/05) اما اثر متقابل محلول- زمان، اولتراسیون- زمان و محلول- اولتراسیون- زمان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد. همچنین اثر متقابل محلول- زمان و اولتراسیون- زمان برتغییرات شاخص L^* معنی‌دار بود (P<0/05)، اما اثر متقابل محلول- اولتراسیون و محلول- اولتراسیون- زمان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

بعد از 48 ساعت	بعد از 24 ساعت	محلول	
		شاهد (آب مقطر)	بدون اولتراسیون
		%30 GE	
		+%0/5 AC %30 GE	
		%1 AC %30 GE+	
		%1/5 AC %30 GE+	



شکل 2- تصویر میکروسکوپ الکترونی ماهیچه ران شتر (با در نظر گرفتن فرایند اولتراسیون، زمان، محلول‌های متفاوت)

*****GE : عصاره زنجبیل و AC : اسیدسیتریک*****

اثر متقابل محلول- اولتراسیون بر تغییرات شاخص b^* گوشت شتر معنی‌دار بود ($P<0/05$)، اما اثر اولتراسیون، اثر متقابل محلول- زمان و اولتراسیون- زمان و محلول- اولتراسیون- زمان بر تغییرات آن معنی‌دار بیان نشد.

ساختار درون ماهیچه‌ای

تصاویر میکروسکوپ الکترونی نمونه‌های گوشت با اعمال و بدون اعمال فرایند اولتراسیون پس از 24 و 48 ساعت ماریناد کردن توسط میکروسکوپ الکترونی در شکل 2 نمایش داده شد.

بررسی داده‌های حاصل از تصاویر میکروسکوپ الکترونی پس از طی 24 و 48 ساعت ماریناد بیانگر این بود که در نمونه کنترل (آب مقطر) تمامی فیبرهای ماهیچه‌ای بدون هیچ گونه حفره‌ای در ساختمان گوشت با نظم خاصی در کنار یک دیگر متصل شده‌اند. در حالی که در نمونه‌های ماریناد شده با عصاره زنجبیل، فیبرهای ماهیچه در قسمت‌های مختلفی دچار شکاف شده‌اند و پارگی ساختار میوفیبریل‌ها و در نهایت تشکیل فضای خالی بین میوفیبریل‌ها دیده شد. که این امر می‌تواند به دلیل آسیب بافت پیوندی داخلی و سارکولما در نزدیکی فیبرهای ماهیچه باشد، که این فضای خالی توانایی نگهداری آب را افزایش داده و کاهش افت پخت محصول را به دنبال داشته است. این یافته‌ها با نتایج Naveena و همکاران (2004) مشابهت داشت.

در نمونه‌های مورد بررسی ماریناد شده با عصاره زنجبیل و اسید سیتریک مشخص شد که فیبرهای ماهیچه در دسته‌های متفاوتی دچار شکستگی شدند و اتصال آنها به یکدیگرضعیف شدند. آسیب‌دیدگی میوفیبریل‌ها با ازدیاد مواد مترشحه از بافت مورد بررسی قرار گرفتند. این امر خود موجب ازدیاد فضای بین میوفیبریل‌ها یا فضای بین فیبرهای عضلانی شد در نتیجه موجب ایجاد حفره بین آنها گردید. این حفره احتمالا به‌خاطر آسیب بافت پیوندی آندومیوزیوم و سارکولما اطراف فیبرهای ماهیچه به‌وجود آمد. آسیب‌دیدگی ساختار عضلانی در عکس‌های میکروسکوپ الکترونی مشاهده گردید. این امر خود بیانگر این بود که فیبرهای قوی عضلانی آسیب دیده و غشاهای سلولی شدیدا تجزیه شدند. اتصالات دسته‌های میوفیبریل و سارکولما در اغلب سلول‌ها کاملا از بین رفت. آسیب به ساختمان بافت پیوندی درون ماهیچه‌ای یکی دیگر از دلایل ترد شدن گوشت به‌شمار می‌آیند. تغییرات به‌وجود آمده در ساختمان درونی بافت عضلانی با یافته‌های Ketnawa و همکاران (2011) تطابق داشت

پارگی ساختمان میوفیبریل‌ها، خروج مواد مترشحه از داخل بافت و ایجاد فضای خالی بین میوفیبریل‌ها و آسیب به بافت آندومیوزیوم و سارکولما در نمونه‌هایی که تحت تیمار اولتراسوند واقع شده بودند به مراتب بیشتر از نمونه‌های بدون اعمال اولتراسوند بود که مطابق با یافته‌های Jimenez و همکاران (2007) گزارش شد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تاثیر عصاره زنجبیل، اسید سیتریک و اولتراسوند بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی گوشت شتر بررسی شد. نتایج حاصل نشان داد گوشت ماریناد شده در عصاره زنجبیل 30% و 1/5% اسیدسیتریک پایین‌ترین میزان pH را بعد از ماریناد و همچنین بعد از پخت نشان دادند و افت پخت بالاتری را به دلیل نزدیک شدن pH به نقطه ایزوالکتریک گوشت داشتند. همچنین مشاهده شد استفاده هم زمان از عصاره زنجبیل و اسید سیتریک باعث بهبود خصوصیات بافتی و کاهش بیشتر نیروی برش گوشت شد.

زمان 48 ساعت بعد از ماریناد کردن، در بهبود ویژگی‌های بافتی گوشت اثرگذار بود به‌طوری که نیروی برش قطعات گوشت کاهش معنی‌دار نسبت به نمونه‌هایی که 24 ساعت از ماریناد کردن آنها می‌گذشت را نشان داد. همچنین در این تحقیق اعمال فرایند اولتراسیون نیز در بهبود خصوصیات بافتی تاثیر گذار گزارش شد، به‌گونه‌ای که با اعمال 3 دقیقه فرایند اولترا نیروی برش نمونه گوشت کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه بدون اعمال اولترا داشت.

استفاده همزمان از زنجبیل و اسیدسیتریک باعث تغییر در ساختار داخلی پروتئین‌های میوفیبریلی و بافت پیوندی گردید. آسیب در ریزساختار گوشت و افزایش فاصله بین سلول‌های عضلانی در همه نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد بیشتر دیده گردید. اما در نمونه‌های گوشت ماریناد شده در عصاره زنجبیل 30% و 1/5% اسید سیتریک و اولتراسوند شده آسیب‌های ایجاد شده بسیار شدیدتر از سایر نمونه‌ها بود.

بنابر نتایج به‌دست آمده از این پژوهش استفاده از عصاره زنجبیل 30% و 1/5% اسید سیتریک همراه با اعمال اولتراسوند جهت افزایش تردی گوشت شتر نسبت به نمونه کنترل پیشنهاد می‌شود.

منابع

Abdeldaiem, M.H., Hoda, G.M.A., 2013, Tenderization of camel meat by using fresh ginger (Zingiber officinale) extract. *Journal of food science and Quality Management*, 21, 12–26.

Aktas, O., Waiczies, S., Smorodchenko, A., Dörr, J., Seeger, B., Prozorovski, T., Sallach, S., Endres, M., Brocke, S., Nitsch, R., Zipp, F., 2003, Treatment of Relapsing Paralysis in Experimental Encephalomyelitis by Targeting Th1 Cells through Atorvastatin. *Journal of Muscle Foods*, 197, 725–733.

Barbut, S., 2004, Effect of three commercial light sources on acceptability of Salmon, Snapper and Sea Bass fillets. *Aquaculture*, 236, 321–329.

Barekat, S., Soltanizadeh, N., 2016, Improvement of meat tenderness by simultaneous application of high-intensity ultrasonic radiation and papain treatment. In Proc. 24rd Iranian Food Science Technology Congress. Tarbiat Modares University.Tehran. 18-20 October (pp. 1-5)

Burke, R.M., Monahan, F.J., 2003, The tenderization of shin beef using a citrus juice marinade. *Journal of Meat Science*, 63(2), 161- 168.

Gambuteanu, C., Filimon, V., Alexe, P., 2013, Effects of ultrasound on technological properties of meat a review. *Food Science and Technology*, 14, 176–182.

Garg, V., Mendiratta, S.K., 2006, Studies On Tenderization And Preparation Of Enrobed Pork Chunks In Microwave Oven. *Meat science*, 74, 718–726.

Gault, N.F.S., 1985, The Relationship Between Water-Holding Capacity And Cooked Meat Tenderness In Some Beef Muscles As Influenced By Acidic Conditions Below the Ultimate pH. *Meat science*, 15, 15–30.

Ghorbani, R., Dehghannia, J., Seyedlu Heris, S., Ghanbarzade, B., 2013, Modeling Color Parameters during Plums Drying Pretreated with Ultrasound and Osmotic Dehydration. Food Process Preserv Reserv Persion, 1, 27–60.

Irajifar, M., Varidi, M.J. M., Varidi, M., Zahedi, Y., 2018, Effects of sodium chloride / acetic acid marinade on some quality properties of Iranian one-humped camel meat. *Food Research*, 1, 145-160.

Lawrie, R.A., Ledward, D.A., 2006. Lawries meat science. 7th edn, USA: Woodhead Publishing Limited and CRC Press, 422.

Lyng, J.G., Allen, P., Mckenna, B.M., 1997, The influence of high intensity ultrasound baths on aspects of beef tenderness. *Journal of Muscle Foods,* 8, 237-249.

Haghi, K., 2014, Carvajal-millan E. Food Composition And Analysis. CRC Press, 1th edn, New Jersey.

He, F.Y., Kim, H.W., Hwang, K.E., Song, D.H., Kim, Y.J., Ham, Y.K., Kim, S.Y., Yeo, I.J., Jung, T.J., Kim, C.J., 2015, Effect of Ginger Extract and Citric Acid on the Tenderness of Duck Breast Muscles. *Korean Society for Food science of Animal Recources*, 35, 721–730.

Hinkle, J.B., Calkins, C.R., Mello, A.S., De Senaratne, L.S., Pokharel, S., 2009, Acid Marination for Tenderness Enhancement of the Beef Round. MSc thesis, University of Nebraska, Lincoln.

Hosseini, S.E., Esfahani Mehr, A., 2012, The Effect Of Meat Marinating With Lactic And Citric Acid On Some Physicochemical And Electrophoretic Pattern Of Beef Burger. *Iranian Journal of Velerinary Medicine*, 9, 103–108.

Jayasooriya, S.D., Torley, P.J., D'Arcy, B.R., Bhandari, B.R., 2007, Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine Semitendinosus and Longissimus muscles. *Meat Science*, 75, 628–639.

Jayasooriya, S.D., Bhandari, B.R., Torley, P., D'Arcy, B.R., 2004, Effect of High Power Ultrasound Waves on Properties of Meat: A review. International Journal of Food Properties, 7, 301–319.

Jimenez, A., Beltran, G., Uceda, M., 2007. High-Power Ultrasound in Olive Paste Pretreatment. Effect on Process Yield and Virgin Olive Oil Characteristics. Ultrasonics Sonochemistry, 14, 725– 731.

Jorgensen, S., Chapple, T., Hoyos, M., Reeb, C., Block, B., 2012, Connectivity among White Shark Coastal aggregation areas in the Northeastern Pacific in Global Perspectives on the Biology and Life History of the White Shark. International Conference of Meat Science and Technology, Cape Town, South Africa, (pp. 159–168).

Karimi, K., Oghabi, F., 2008, Effect of Low Voltage Electric Stimulation on Density and Water Storage Capacity in Beef. *Iranian Journal of Nutrition Science & Food Technology*, 2, 55-61.

Ketnawa, S., Rawdkuen, S., 2011, Application of Bromelain Extract for Muscle Foods Tenderization. *Journal of Food and Nutrition Sciences* 2, 393–401.

Kim, M., Hamilton, S.E., Guddat, L.W., Overall, C.M., 2007, Plant Collagenase : Unique Collagenolytic Activity Of Cysteine Proteases From Ginger. Journal of Meat Science, *Biochemica Biophysica*, 17, 627–635.

Kim, K.J., Lee, Y.B., 1995, Effect Of Ginger Rhizome Extract On Tenderness And Shelf Life Of Precooked Lean Beef. *Journal of Animal Science,* 8, 343–346.

Koohmaraie, M., 1996, Biochemical Factors Regulating the Toughening and Tenderization Processes of Meat. *Meat Science,* 43, 193–201.

Ozuna, C., Pig, A., Garcia-perez, J., Mulet, A., Carcel, J.A., 2013, Influence of high intensity ultrasound application on mass transport, microstructure and textural oroperties of pork meat (longissimus dorsi) brined at different NaCl concentrations. Journal of Food Engineering, 84-119.

Naveena, B.M., Mendiratta, S.K., 2004, The Tenderization Of Buffalo Meats Using Ginger Extract. Muscle Foods, 15, 235–244.

Patist, A., Bates, D., 2008, Ultrasonic in the food industry from the laboratory to commercial production. Innovative food science &emerging technologies, 9, 147–154.

Sadeghi, E., Hashemian, A.H., Mohammadi, M., Mohammadi, R., 2013, Study on the microbiological and chemical characterization of the meat products consumed in Kermanshah in 2012. Iranian Journal of Nutrition Science & Food Technology, 7, 281-287.

Serdaroglu, M., Abdraimov, K., Alper, O., 2006, The Efeects Of Marinating With Citric Acid Solutions And Grapefruit Juice On Cooking And Eating Quality Of Turkey BREAST. Journal of Muscle foods, 18, 162–172.
Stadnik, J., Dolatowski, Z.J., Baranowska, H.M., 2008, Effect of ultrasound treatment on water holding properties and microstructure of beef during ageing. Food Science and Technology, 10, 151-158.
Thompson, E.H., Wolf, I.D., Allen, C.E., 1973, Ginger Rhizom : A New Source Of Proteolytic Enzyme. Journal of Food Science, 38, 652–655.
Zhao, G., Zhou, M., Zhao, H., Chen, X.L., 2012, Tenderization Effect Of Cold-Adapted Collagenolytic Protease MCP-01 On Beef Meat At Low Temperature And Its Mechanism. Journal of Food Chemistry, 134, 1738–1744.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 2, June. July. 2020, p. 287- 299

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 2، خرداد- تیر 1399 ص. 299-287

Effect of Ginger extract, citric Acid and ultrasound on physicochemical properties of Camel meat

F. Jafari, N. Zamindar*, M. Goli, Z. Ghorbani

Received: 2019.07.18
Accepted: 2019.08.13

Introductıon: In developing countries, camel meat is used to provide nutrients, proteins, vitamins and minerals but it usually has a tough texture. Marinating of meat may improve its flavor and the tenderness. It has been shown that plant enzymes such as papain, ginger and cucumis increase the meat's tenderness and improve the flavor and aroma of the products.

Ginger extract (GE) could improve the tenderness of camel meat by “Zingibain”. Marination in acidic solutions has been used both traditionally and industrially for the tenderization and flavoring of meat (Abdeldaiem and Hoda., 2013; Tsai et al., 2012). The tenderization effect of marination on meat have been examined by using organic acids such as citric acid (Aktas et al., 2003; Berge et al., 2001; Ke et al., 2009; Kim et al., 2013; Ke, 2006; Ke et al. 2009).

The objective of this study was to evaluate the effect of ultrasound and marination with different concentrations of citric acid and Ginger extract 30% on the physicochemical characteristics of camel meat.

Materials and methods: Fresh ginger rhizome (*Zingiber officinalis roscoe*) purchased from a local market was washed, peeled, sliced and immediately homogenized with an equal quantity of chilled and distilled water (4ºC) for 2 min to extract the crude enzyme. The homogenate was filtered through Buchner funnel and the water to get the GE. Marinade solutions were prepared by addition of 0.5, 1 and 1.5% citric acid to 30% GE, and distilled water was used as control. To prepare the required the 30% GE, the crude fresh GE was diluted with distilled water (He et al., 2015).

The portions from *Biceps femoris* muscles of aged male camel carcasses (4 years of age) were prepared according to method described by Abdeldaiem et al (2013). Uniform sized (3×3×3 cm) of aged camel meat chunks were dipped in the curing solutions at the ratio of 3:1(meat: liquid) and immersed in the polyethylene bags and kept at 4±1°C for 24 and 48 h (Abdeldaeim et al., 2014; Garge et al., 2006).

The pH values were measured directly using a probe type electrode (Naveena et al., 2004). Uptake of marinade (%) was measured according to method described by Garg et al (2006) and Hosseini et al (2012).

The color measurements; lightness (L*), redness (a*) and yellowness (b*) were performed at the surface of the marinated meat samples (Barbut, 2004).

Cooking loss of meat samples was determined so that He et al (2015) and Kim et al (1995) described.

Shear force values of cooked samples were determined using texture analyzer with Warner-Bratzler shear apparatus, while muscular fibers were almost parallel to the force as normally occurs during chewing. Six meat cores (1.27 cm diameter) parallel to muscle fiber were sheared once through the center by a warner-Bratzler shear attachment using 50 kg compression load cell and 200 mm/min cross-head speed (Karimi et al., 2008; Hosseini et al., 2012).

After 24 and 48 h marinaton, samples were prepared for (SEM) as described by Naveena et al (2004).

A completely randomized design in a factorial experiment with 3 replications was employed by using analysis of variance (ANOVA) to study the effect of ultra-sonication, and time on physicochemical properties of camel meat. Least significant difference (LSD) test was used to determine differences between treatments means ($P<0.05$). Data were analyzed using procedure of SAS version 8 (Burke et al., 2003).

Results and discussion: Ultra sonication caused a decrease in pH while increasing marination time caused an increase in pH of all samples comparing with control. Cooked samples showed higher pH compering with raw marinated samples. Ultration and increasing marination time caused significant increase in marinade uptake due to structure changes. Application of ultrasound, higher concentration of acid in marinade solution and longer marination period resulted in lower shear forces of meat samples.

Marination by 30% GE in addition to 1.5% citric acid and ultration illustrated maximum tenderness, lower pH and L*-value but caused less water holding capacity and higher cooking loss.

(*Corresponding author’s email: n.zamindar@khuisf.ac.ir)

Keywords: Camel meat, Ultrasound, Marinade, Citric acid